

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 14 848 A 1

⑤ Int. Cl.⁵:
H 02 K 49/10
F 04 D 13/02

⑳ Aktenzeichen: P 42 14 848.0
㉔ Anmeldetag: 5. 5. 92
㉕ Offenlegungstag: 11. 11. 93

DE 42 14 848 A 1

㉑ Anmelder:
John Crane GmbH, 8400 Fulda, DE

㉒ Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pellmann, H., Dipl.-Ing.; Grams,
K., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80336 München

㉓ Erfinder:
Hannig, Eduard, 6427 Bad Salzschlirf, DE; Hanzalik,
Josef, 8263 Burghausen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 37 12 459 C2
DE 36 36 404 C2
DE 39 43 273 A1
DE 39 41 444 A1
DE 39 38 575 A1
DE 39 22 426 A1

DE 38 18 890 A1
DE 36 26 934 A1
DE 35 42 337 A1
DE 31 36 133 A1
DE 27 55 503 A1
DE 25 59 042
GB 21 45 882 A
US 42 07 485
US 24 81 172
EP 3 86 315 A1
EP 2 90 824 A2
EP 2 90 824 A1
SU 16 53 086 A1

PREPRINT: KNORR, M.: Permanentmagnetische Syn-
chronkupplungen;
Übersicht über die Weiterent- wicklung und
Einsatzmöglichkeiten in verfahrens- technischen
Anlagen. Pumpentagung Karlsruhe, 4.-6.10.1988,
Fachgemeinschaft Pumpen im VDMA, Frank-
furt/M.71;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Permanentmagnetische Zentralkupplung mit Spalttopf von getrennten Wellen

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Magnetkupplung von getrenn-
ten Wellen für eine Pumpe, ein Rührwerk oder eine Armatur,
bei der ein Kupplungsteil einen permanent-magnetbesetzten
Treiber auf einen zentral permanent-magnetbesetzten Rotor
durch Magnetkraft über einen hermetisch dichten Spalttopf
wirkend, der zwei Räume voneinander trennt, synchron ein
Drehmoment überträgt.

DE 42 14 848 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Magnetkupplung von getrennten Wellen für eine Pumpe, ein Rührwerk oder eine Armatur, bei der ein Kupplungsteil einen permanent-magnetbesetzten Treiber auf einen zentral permanent-magnetbesetzten Rotor durch Magnetkraft über einen hermetisch dichten Spalttopf wirkend, der zwei Räume voneinander trennt, synchron ein Drehmoment überträgt.

Das antreibende oder angetriebene Kupplungsteil hat sowohl innen als auch außen jeweils die gleiche Anzahl von Magnetkörpern, wie das Kupplungsteil, das koaxial zwischen diesem plazierte ist und bei dem die Magnetkrafteinwirkung des Permanent-Magneten beidseitig zur Drehmomentübertragung genutzt wird.

Der Spalttopf ist koaxial ausgeführt und nimmt die Lagerung der angetriebenen Welle auf bzw. ist als Lagerteil ausgebildet. Er überträgt die Lagerkräfte auf den antreibenden Kupplungsteil, welcher sich wiederum durch eine Lagerung am Gehäuseteil abstützt.

Magnetkupplungen mit einem Spaltrohr, einem Spalttopf oder aber einer Trennbüchse haben sich seit Jahren für derartige Permanent-Magnetantriebe für Pumpen und Rührwerke bewährt.

Hier läuft der Rotor und seine Lager in der Regel in der Förderflüssigkeit, die auch ggf. in dem Spalttopf durch Wirbelströme erzeugte Verlustwärme abführt. Die hervorragende Dichtigkeit aufgrund des Spalttopfes, die leicht beherrschbare statische Dichtungen an den Flanschen und Schraubverbindungen mit sich bringt, wird erkauft durch eine völlig gekapselte Lagerung des Rotors, deren Zustand nur durch eine Demontage des entsprechenden Aggregates kontrolliert werden kann. Aufgrund dieser Tatsache sind drohende Lagerschäden schwer zu erkennen.

Derartige Magnetkupplungen sind bekannt unter Offenlegungs- und Patentschriften:

DE 37 12 459 C2 DE 39 38 575 A1,

DE 39 22 426 A2 DE 36 36 404 C2,

DE 39 41 444 A1 DE 39 43 273 A1.

Um bei einem Lagerschaden des Rotors eine Beschädigung des Spalttopfes und damit ein Austreten der Förder-, Rühr- oder abzusperrenden Flüssigkeit zu verhindern, ist schon vorgeschlagen worden, den Spalttopf doppelschalig auszubilden und das zwischen den Schalen angeordnete Wegenetz mit Hilfe einer Drucküberwachung dauernd hinsichtlich einer Beschädigung zu überprüfen. Der Aufwand für derartige doppelschalige Spalttopfe ist relativ groß, außerdem sinkt wegen der insgesamt größeren Wandstärke des jeweiligen Spalttopfes der Wirkungsgrad der Permanent-Magnetkupplung ab, da die sich anziehenden Magnete des Treibers und des Rotors einen größeren Abstand zueinander einnehmen als bei einem einschaligen Spalttopf.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine permanent-magnetische Zentralkupplung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß das Medium nicht an die produktzugewandte Lagerung gelangen und auch eine Beschädigung des Spalttopfes so gut wie nicht eintreten kann. Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß eine gasgeschmierte und/oder trockenlaufende Gleitringdichtung mit oder ohne Lagerung vor der Magnetkupplung angeordnet wird. Sie übernimmt die Aufgabe einer Mediumssperre und soll — mit Hilfe eines Sperrgases — verhindern, daß korrosive, abrasive und andere lagerschädigende Medien in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustand in den Lager-, Spalttopf- und Perma-

nent-Magnetbereich gelangt.

Bevorzugt kann Inertgas aber auch nichtkorrosives Prozeßgas verwendet werden, dessen Druck um ca. 1 bar über dem jeweiligen Mediumsdruck liegen sollte. Dies ist mittels üblicher Nachsteuerungs- und Regeleinrichtungen leicht zu erreichen.

Durch den Überdruck im Magnetkupplungsbereich strömen geringe Gasmengen über den Gleitringdichtspalt in Mediumsrichtung.

Durch die Sperrfunktion der mediumseitigen Gleitringdichtung können bei Einsatz von Inertgas im Kupplungs- und Lagerbereich die Teile mit nicht-austenitischen Werkstoffen ausgeführt werden, was eine wesentliche Kosteneinsparung bringt. Es ist auch möglich, daß die eingesetzten Lager mit Feststoff- oder Fettschmierung versorgt werden und damit wartungsfrei arbeiten. Sollte bei extrem hohen Drehzahlen und Belastungen eine Ölnebelschmierung erforderlich sein, so ist dies ebenfalls möglich, indem eine definierte Ölmenge in den Doppelspalttopf oder das angetriebene Kupplungsteil gefüllt wird. Die Antriebsanordnung muß dann vertikal ausgeführt sein. Die Ölleckage kann nach Bedarf aus einer Fangtasse mit Hilfe eines Saugrohrs aus der Gleitringdichtung abgezogen werden. Mit der gleichen Einrichtung kann auch der mediumsabgewandte Gleitringdichtungsraum gespült und gereinigt werden, z. B. von Mediumsrückstand, welcher übel den Dichtspalt einge-drungen ist.

Der signifikante Vorteil dieser Erfindung ist, daß die angetriebene Kupplungshälfte nicht fliegend über der eigentlichen Wellenlagerung, sondern zwischen den Lagerstellen der angetriebenen Welle angeordnet ist. Dadurch entsteht eine kurzbauende kompakte Kupplungs- und Lagereinheit, die in ihrer Baugröße gegen genormte (z. B. nach DIN) und eingeführte Gleitringdichtungs-Kompakteinheiten austauschfähig ist.

Durch diese platzsparende Bauweise vergrößert sich der Anwendungsbereich wesentlich. Zusätzlich können durch die integrierte Lagerung die Magnetspalte verringert und bei gleichem Magneteinsatz das übertragene Drehmoment wesentlich vergrößert werden.

Es ist auch Aufgabe der Erfindung, durch die Lagerungen ein Anlaufen der Zentralkupplungsteile an den Spalttopf und einer Beschädigung desselben so gut wie nicht eintreten zu lassen. Die Lager können Kugel-, Nadel- oder auch Gleitlager sein. Es ist von Vorteil, wenn selbst der Spalttopf — falls er aus einem keramischen Werkstoff, z. B. Zirkonoxyd, besteht — teilweise Lagerteil ist. Geringes Spiel und sehr gute Notlaufeigenschaften sind zu erreichen, wenn beide Lagerschalen aus einem keramischen Werkstoff gefertigt sind. Spalttopfe, die hochdruck- und zugbelastbar sein müssen, sollten aus austenitischem Material sein. Hier treten zwar geringe Verluste durch Wirbelströme auf, die jedoch bei hoher Leistungsdichte und großem Verdrehwinkel den Spalttopf erheblich aufheizen können. Dieser ist dann allerdings mit einem Fremdmedium, z. B. Wasser, zu kühlen. Um dies zu ermöglichen, ist eine weitere Gleitringdichtung am antreibenden Kupplungsteil zur Atmosphäre hin angeordnet, damit das Kühlmedium nicht aus dem Kühlkreislauf treten kann. Zusätzlich läßt sich dieser Raum auch beheizen, wenn Medien mit Tieftemperaturen gepumpt und hermetisch abgedichtet werden müssen. Um aber auch das hermetische Sicherheitskonzept aufrecht zu halten, ist eine ständige Kontrolle mit Hilfe von Dichtheitsprüfeinrichtungen, wie Leckdetektoren, Schnüffler, Druck- oder Temperaturwächter, notwendig. Dies kann ohne großen Aufwand, im Gegensatz

zum Doppelspalttopf, erreicht werden, wenn die Überwachungsorgane den Kühl- oder Heizraum kontrollieren. Auch können damit Kriechleckagen, die sich dort ansammeln, festgestellt werden, um dann vorbeugende Maßnahmen zu treffen.

Bei Höchstdrücken, z. B. über 100 bar, ist es erforderlich, daß die Manteldicke je nach Länge des Spalttopfes verstärkt werden muß, um einer Blähverformung entgegenzuwirken.

Bei dieser Erfindung wird gezeigt, daß der innere oder äußere dünnwandige Spalttopfzylinder ein oder mehrere Stützringe, Stützscheiben oder Lagerringe trägt, um ein elastisches Ein- oder Ausbeulen oder eine plastische Beulverformung zu unterbinden.

Um ein erforderliches Drehmoment synchron sicher zu übertragen, sind die Permanentmagnete, bezüglich der Leistung des magnetischen Flusses, ausreichend zu dimensionieren. Hinzu kommt, daß aus Kostengründen eine geringe Magnetmasse anzustreben ist. Um nun ein möglichst gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen, muß der magnetische Fluß direkt und gebündelt zwischen den paarweise gegenüberstehenden Polpaaren ohne Verluste wirken können.

Die Übertragungsverluste werden verringert, wenn magnetisierbare Polbrücken oder Polschuhe anstatt eines üblichen Trägerzylinders, der den magnetischen Rückschluß bildet, eingesetzt wird. Die als Stand der Technik bekannte Anordnung der Dipole kann dahingehend verbessert werden, wenn radial ein weiterer Magnet hinzugefügt wird. So ist dann der mittlere Magnetträgerring entweder das antreibende oder angetriebene Kupplungsteil und besitzt nun auf beiden Magnetseiten eine Auslenkung der radialen Feldlinien, die erst durch die relative Verdrehung der beiden Kupplungshälften in der Lage sind, ein Moment zu übertragen. Der Verdrehwinkel ϕ stellt sich infolge des Lastmoments ein. Umfangskräfte und damit Drehmomente können jetzt übertragen werden, bis ein Abreißen der Kupplungsverbindung auftritt. Durch anschließende Überhitzung der Magnete führt dies zu irreversiblen magnetischen Verlusten. Durch die beidseitig gleichgerichtete radiale Auslenkung der Feldlinien, ist das zu übertragende Drehmoment bei drei Magneten, die sich radial gegenüberstehen, durch die Flußdichte des magnetischen Feldes nicht gleichbedeutend doppelt so groß. Es ist aber durch Ausnutzung des günstigsten Magnetvolumens von der antreibenden zur angetriebenen Kupplungshälfte, eine technisch wirtschaftlich Magnetmassenoptimierung möglich, um wesentlich höhere Drehmomente zu übertragen.

Hier zählt ebenso zum Stand der Technik, daß die Magnete aus hochwertigem Material, wie Samarium-Kobalt oder Neodym-Eisen-Bor, mit einer hohen, magnetischen Flußdichte eingesetzt werden.

Eine weitere Zentralkupplungsvariante ergibt sich, wenn der antreibende Kupplungsteil nicht mit Permanentmagneten bestückt, sondern mehrere Erregerwicklungen trägt, die durch regelbaren Gleichstrom gespeist die erforderliche Polpaarbildung erzeugt. Der Vorteil liegt hier beim steuerbaren Anlaufdrehmoment, das durch die kurzzeitige Steigerung des magnetischen Flusses ein Abreißen der Kupplungswirkung verhindert.

Die hier auftretende, zusätzliche Erwärmung kann durch eine Kühleinrichtung, wie bereits beschrieben, abgeführt werden. Zu beachten wäre allerdings, daß hier Teilentladungen oder die Durchschlagspannung der Wicklung beim Einsatz im Ex-Bereich eine Bauartzulassung erforderlich macht. Dagegen ist eine permanent-

magnetische Zentralkupplung nicht abnahmepflichtig, da diese nicht VDE-Richtlinien unterliegt.

Nachfolgend werden Ausführungen der Erfindung, die in den Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht durch eine permanent-magnetische Zentralkupplung eines Rührwerk-antriebs, gemäß der Erfindung mit einem koaxialen, hermetisch dichten Spalttopf in einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht ähnlich Fig. 1, jedoch wurde hier das antreibende mit dem angetriebenen glockenartigen Kupplungsteil vertauscht.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht gemäß Fig. 2, bei der die produktseitige Gleitringdichtung und Lagerung an einer anderen Stelle des angetriebenen Kupplungsteils positioniert sind.

Die in Fig. 1, 2 und 3 wiedergegebene Darstellung einer permanent-magnetischen Zentralkupplung von getrennten Wellen stellt ausschließlich Obenantriebe mit vertikaler Welle für Pumpen, Rührwerke oder Armaturen dar.

Der Einfachheit halber wird bezüglich An- und Abtrieb nichts weiter wiedergegeben, da auch diesbezüglich die Erfindung bekannte Möglichkeiten zuläßt.

Nicht wiedergegeben ist die glockenartige Ringform der Kupplungshälften, da auch diesbezüglich die Erfindung bekannte Wege geht; ebenso wie Magnetdipole einen in sich geschlossenen Ring und mehrere Ringe hintereinander angeordnet das Kupplungsteil bilden.

Die in Fig. 1 wiedergegebene Zentralkupplung ist für ein Rührwerk mit Obenantrieb vorgesehen, an dem unten am Antriebswellenanschluß (12) die Rührerwelle mit Rührorgan fest angeschraubt wird und im Mediumsbereich (4) läuft. Oben befindet sich der Wellenanschlag (13) für den Antrieb von einem Getriebe oder direkt vom Motor, der an die kompakte Kupplungseinheit angeflanscht werden kann.

Mit der Antriebswelle (13) fest verbunden, ist das antreibende Kupplungsteil (1), welches hohlzylindrisch ausgebildet ist und ringförmig die einzelnen Magnete (6) aufnimmt, die einmal innen und außen aufgeklebt oder formschlüssig befestigt sind.

Weiterhin ist im Kupplungsteil (1) ein Loslager (7') zur Abstützung des Spalttopfes (3) vorhanden. Ein weiteres Lagerpaar (14) lagert die Antriebswelle im Kompaktgehäuseteil (15), welches auf dem Rührbehälter fest verschraubt ist.

Über den koaxialen Spalttopf (3), der im Kompaktgehäuseteil (15) fest verschraubt ist, wird das Drehmoment vom antreibenden Kupplungsteil (1) auf das angetriebene glockenförmige Kupplungsteil (2), welches nur mit einem Magnetringzylinder aus Einzelmagneten (6) gebildet ist, übertragen. Dieses glockenförmig angetriebene Kupplungsteil (2) trägt ein Loslager (7), welches sich seinerseits über den Spalttopf (3) und dessen Lager (7') am antreibenden Kupplungsteil (1) abstützen kann. Mit diesem und dem Festlager (16) ist es möglich, Rührkräfte und Gewicht der Rührerwelle über den Antriebswellenanschluß (12) vom Kompaktgehäuse (15) aufzunehmen und sicher abzustützen. Es ist deutlich zu erkennen, daß atmosphärenseitig (5) der Spalttopf (3) mittels den Anschlüssen (8) mit einem Medium gekühlt, erwärmt oder die Lagerung (7') geschmiert werden kann. Mit der Gleitringdichtung (9') ist dieser Raum (5) zur Umgebung geschlossen und kann Sicherheits- und Meldeinrichtungen dienen.

Eine begrenzte Menge Öl im Raumbereich (4') dient der Schmierversorgung des Lagers (7) und kann bei

Bedarf durch die Ölnebelschmierwirkung auch das Lager (16) schmieren. Über die Anschlüsse (10) ist es möglich, den mediumsabgewandten Raum der Gleitringdichtung (9) zu bespülen und von Schmieröl, Abrieb- und Produktrückständen zu reinigen. Um Blähverformungen bei hohen Drücken des dünnwandigen coaxialen Spalttopfes, welcher aus austenitischem Material besteht, zu vermeiden, können innen wie außen Stützringe (11) angeordnet werden. Dies ist allerdings in den überwiegenden Fällen nicht notwendig, da durch die koaxiale Magnetringanordnung die Spalttopfhöhe gering gehalten werden kann.

Das in Fig. 2 wiedergegebene Ausführungsbeispiel unterscheidet sich zu Fig. 1 dadurch, daß hier der antreibende Kupplungsteil (1) glockenartig gebildet ist. Die Magnete (6) bilden einen geradzähligen Dipolring, der hier — wie beispielhaft gezeigt — der Treiber (1) ist. Das Loslager (7) der angetriebenen coaxialen Kupplungshälfte (2) stützt sich jetzt direkt am Spalttopf-flansch (3) ab, so daß die Rührerkräfte nicht den dünnwandigen Spalttopfmantel belasten. Alle anderen Funktionen wie Kühlungs-, Erwärmungs- oder Schmierversorgung sind wie in Fig. 1 beschrieben.

Wie deutlich in Fig. 2 zu erkennen ist, kann hier das antreibende Kupplungsteil (1) mehrere Erregerwicklungen anstatt der Permanent-Magnete tragen und mittels regelbarem Gleichstrom über Schleifringe die Polpaare antriebsseits (13) versorgen.

Das in Fig. 3 wiedergegebene Beispiel einer Zentralkupplung unterscheidet sich von der Ausführung in Fig. 1 und Fig. 2 dadurch, daß sich hier die Gleitringdichtung nicht am Antriebswellenanschlußstück (12), sondern direkt am angetriebenen Kupplungsteil (2) befindet. Auch ist hier die Rührerwellenlagerung von der Loslagerseite (7) und (7') vom coaxialen Spalttopfdeckel zu tragen. Dies erfordert eine wesentliche Verstärkung der Spalttopfzylinderrohre (3), was wiederum eine Abstandsvergrößerung der Magnete, Wirbelstromverluste und eine Verringerung des zu übertragenden Drehmoments zur Folge hat.

Patentansprüche

1. Permanent-magnetische Zentralkupplung von getrennten Wellen für eine Pumpe, ein Rührwerk oder eine Armatur, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kupplungsteil, antreibend (1) oder angetrieben (2), durch Magnetkraft über einen coaxialen, hermetisch dichten Spalttopf (3), der zwei Räume (4; 4' und 5) voneinander trennt, auf ein zweites Kupplungsteil (2), das sowohl innen wie auch außen mit jeweils gleicher Anzahl von Magnetkörpern (6), wie das erste Kupplungsteil, coaxial um das erste Kupplungsteil (1) angeordnet ist, synchron ein Drehmoment überträgt.

2. Permanent-magnetische Zentralkupplung mit Koaxialspalttopf (3) nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet, daß der koaxiale Spalttopf (3) die Lagerung (7 und 7') und Schmierversorgung der antreibenden (13) und/oder der angetriebenen (12) Welle aufnimmt oder Lagerteil ist, um auch zusätzlich ein Anlaufen der Kupplungsteile (1 und 2) an den Spalttopfwänden (3) zu verhindern.

3. Permanent-magnetische Zentralkupplung mit Koaxialspalttopf (3) nach Ansprüchen 1 und 2; dadurch gekennzeichnet, daß der koaxiale Spalttopf (3) von der Atmosphäre her, mit einem Fremdmedium (8) gekühlt, erwärmt oder auch das Lager (7')

geschmiert wird.

4. Permanent-magnetische Zentralkupplung mit Koaxialspalttopf (3) nach Ansprüchen 1 bis 3; dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt zwischen der Topfaufnahme und der angetriebenen (2) und/oder antreibenden (1) Kupplungshälfte, vorzugsweise mittels Gleitringdichtung (9 und 9'), vor Verunreinigungen geschützt wird oder bei Einsatz eines Sperrmediums (10) dies hierdurch gegen das Produkt abgedichtet wird.

5. Permanent-magnetische Zentralkupplung mit Koaxialspalttopf (3) nach Ansprüchen 1 bis 4; dadurch gekennzeichnet, daß bei hohen Mediumsdrücken die antreibende (1) und angetriebene (2) Kupplungshälfte einen oder mehrere schwimmende Stützringe (11), -scheiben oder -lager aufnimmt, um bei dünnwandigen Spalttopfzylindern (3) ein elastisches Ein- oder Ausbeulen und plastische Beulverformung zu verhindern.

6. Permanent-magnetische Zentralkupplung mit Koaxialspalttopf (3) nach Ansprüchen 1 bis 5; dadurch gekennzeichnet, daß das antreibende, einfache, zylindrische Kupplungsteil (1) die gewünschte Magnetkraft mittels Erregerwicklungen durch regelbaren Gleichstrom erzeugt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



